



МАКЕДОНСКО

РУДАРСТВО И ГЕОЛОГИЈА

ISSN 1409-8288

информативно-стручна ревија година XIV број 23 декември 2013 година

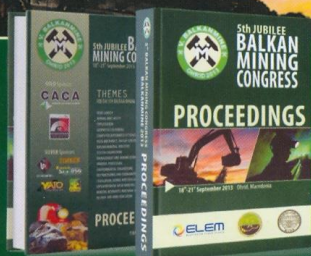
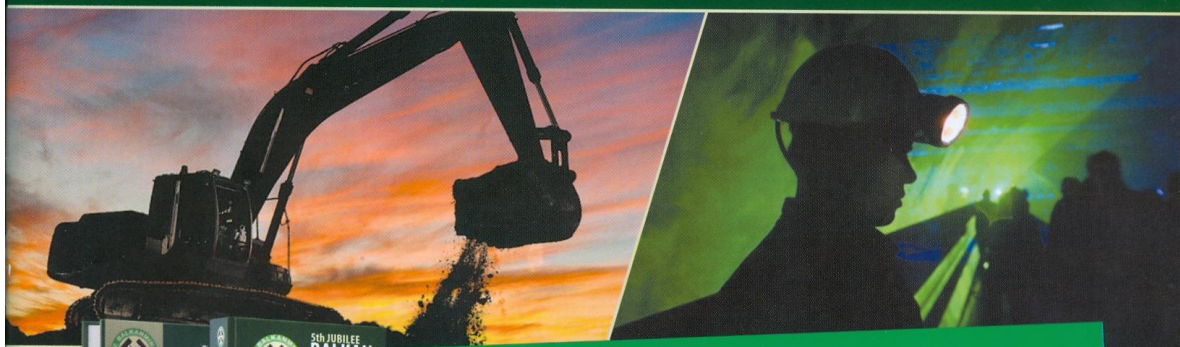
Геолошко-економска
оцена на енергетски
минерални сировини
стр. 8

Апликативни софтвери при
планирање и проектирање
во рудниците со површинска
експлоатација
стр. 12

Примена на геохемијата
на **стрим седиментите**
при проспекциските
истражувања
стр. 22

ИДНИНА
Мариово - нов
потенцијален
подземен јагленокоп
во Македонија
стр. 4

ПРИМЕНА
Архитектонско
-градежен камен во
Источна Македонија
стр. 16



BALKANMINE 2013

ПЕТТИ БАЛКАНСКИ КОНГРЕС ЗА РУДАРСТВО

МАКЕДОНСКО РУДАРСТВО И ГЕОЛОГИЈА

информативно-стручна ревија година XIV број 23 декември 2013 година

ИЗДАВА: Здружение на рударските и геолошките инженери на Македонија

ГЛАВЕН И ОДГОВОРЕН УРЕДНИК:
Љупчо Трајковски, дипл. руд. инж.

ИЗДАВАЧКИ ОДБОР:

Миле Стефановски
Драган Насевски
Живко Калевски
Благоја Георгиевски
Зоран Костоски
Ристо Дамбов
Борче Гоцевски
Мише Кацарски
Костадин Јованов
Зоран Панов
Зоран Десподов
Горан Сарафимов
Љупчо Трајковски

РЕДАКЦИСКИ ОДБОР:

Ристо Дамбов
Љупчо Трајковски
Благоја Георгиевски
Зоран Десподов
Зоран Костоски
Филип Перовски
Герасим Конзулов

АВТОРИ НА ТЕКСТОВИТЕ (по редослед на појавување):

Пеце Муртановски
проф. д-р Орце Спасовски
м-р Борче Гоцевски
Сергеј Филипов
проф. д-р Зоран Десподов
проф. д-р Ристо Дамбов
Горан Јованов
м-р Илија Дамбов
м-р Саша Јовчевски
м-р Саша Хаџи Јорданова
м-р Златко Илијевски
Љупче Кулаков
проф. д-р Виолета Стефанова
проф. д-р Тена Шијакова-Иванова
проф. д-р Војо Мирковски
доц. д-р Николка Донева
проф. д-р Дејан Мираковски
доц. д-р Марија Хаџи-Николова
асс. м-р Стојанче Мијалковски

ЈАЗИЧНА РЕДАКЦИЈА, ДИЗАЈН И ПОДГОТОВКА ЗА ПЕЧАТ:

Дејан Д. Николовски
nikolovski2004@t-home.mk

ФОТОГРАФИЈА НА НАСЛОВНА СТРАНА:

Зборник на трудови од BALKANMINE 2013.

ПЕЧАТИ:

АД Печатница "Киро Дандаро" - Битола

тираж 250

Списанието излегува еднаш годишно

АДРЕСА НА РЕДАКЦИЈАТА:
ул. Грмаци 69/7а Скопје

ТЕЛЕФОНИ: 02 2443 485 070/994-000
ljupcoint@yahoo.com
nikolovski2004@t-home.mk

ПРЕТПЛАТА:
година 600 денари
примерок 150 денари

ЖИРО СМЕТКА 300000000248326
Комерцијална банка Скопје

Ракописите и фотографите не се враќаат

Почитувани,



Интересот и одсивот на авторите за објавување трудови во информативно-стручната ревија „Македонско рударство и геологија“ е доста зголемен, но недостатокот на финансиски средства го сведе нејзиното издавање само на едно издание во 2013 година. ЗРГИМ за наредната 2014 година донесе одлука списанието да излегува двапати годишно, за што ќе треба да се направат повеќе напори за обезбедување на потребните средства за негово издавање.

Во ова дваесет и трето издание презентирани се трудови од повеќе области од рударството, геологијата и пошироко. Уредувачкиот одбор на ревијата за овој број ги одбра темите за кои смета дека се актуелни и дека ќе го привлечат Вашето внимание.

Сметаме дека ревијата и понатаму останува можност за стручните и научни работници да ги објавуваат своите стручни и научни трудови, што во иднина ќе им послужи како референца за нивната стручна и научна работа.

Им се заблагодаруваме на сите автори кои зедоа учество во ревијата, а воедно им се извинуваме на авторите чии трудови не бевме во можност да ги објавиме во овој број заради ограничениот број страници.

Ова декемвриско издание на ревијата се совпаѓа со верскиот празник Света Варвара, заштитничка на рударите од целиот свет. Нека ни е среќен празникот Света Варвара.

СРЕЌНО

Љупчо Трајковски, главен и одговорен уредник



ВО ОВОЈ БРОЈ:

- 4 **ИДНИНА**
Мариово - нов потенцијален подземен јагленокоп во Македонија
- 8 **АНАЛИЗА**
Геолошко-економска оценка на енергетски минерални сировини
- 10 **ЕФИКАСНОСТ**
Брза и безбедна изработка на ускопни простории
- 12 **ИНФОРМАТИЧКА ТЕХНОЛОГИЈА**
Апликативни софтвери при планирање и проектирање во рудниците со површинска експлоатација
- 14 **КОНГРЕС**
BALKANMINE 2013 - Петти балкански конгрес за рударство
- 16 **ИНФОРМАЦИЈА**
Инженерската институција на Македонија организираше генерално собрание на ФЕАНИ во Скопје
- 16 **ПРИМЕНА**
Архитектонско-градежен камен во Источна Македонија
- 22 **АНАЛИЗА**
Примена на геохемијата на стрим седиментите при проспекциските истражувања
- 24 **ПРОСПЕКЦИЈА**
Примена на класификациите на карпестиот материјал во рударството
- 27 **ИНДУСТРИЈА**
Кијанит и негова индустриска примена
- 30 **ИНДУСТРИЈА**
Најважни показатели кои имаат влијание врз искористувањето (загубите) и осиромашувањето на рудата кај методата со подетажно зарушување
- 34 **НОРМАТИВА**
Шлиховска проспекција
- 36 **ДОСТИГНУВАЊА**
Најуспешни инженери - студенти
- 37 **ИНФОРМАЦИЈА**
Собрание на Здружението на рударски и геолошки инженери на Македонија
- 38 **ПРЕТСТАВУВАЊЕ**
Теренска лабораторија за животна и работна средина

ПРИМЕНА НА КЛАСИФИКАЦИЈА НА КАРПЕСТ МАТЕРИЈАЛ ВО РУДАРСТВОТО

Николинка Донева, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова

Апстракт: Видот на карпест материјал, како работна средина во која се вршат сите рударски активности е од посебна важност при изборот на соодветни техники и технологии за отворање на рудник и експлоатација на минерални сировини.

Во овој труд се презентирани класификациите на карпест материјал кои најчесто се применуваат во рударството. Исто така даден е пример за класификација на карпест материјал според класификацијата на Bienawski.

1. Вовед

Постојат повеќе поделби на карпестите материјали, кои се однесуваат на нивниот квалитет и состојбата во која се наоѓаат. Во овој труд се претставени само оние кои најчесто се применуваат во рударството.

Сите овие класификации се создадени врз основа на систематизацијата на стекнатото искуство и бројните истражувања во областа на рударството и тунелоградбата.

2. Најчесто користени класификации на карпест материјал

Постојат голем број на класификации на карпест материјал, меѓу кои ќе ги издвоиме: класификацијата по М.М.Протоѓаконов (1926), класификацијата по Terzaghi (1946), класификацијата по Brauns-Stiny, класификацијата по Laufer (1958), класификацијата по Wickham, Tiedemann и Skinner (1972) [1].

Сепак, најзначајни современи класификации, кои и денес се во употреба се класификациите по: Deer (1967), Barton (1974), Bienawski (1973, 1974, 1976, 1979, 1989), Laubscher (1979), Kendorski (1983).

2.1. Класификација според М.М.Протоѓаконов – 1926

Оваа класификација многу често била користена во рударството. Кај класификацијата на Протоѓаконов карпестиот материјал е поделен на 15 категории врз основа на коефициентот на цврстина. Овој коефициент Протоѓаконов го сфатил како општ показател на отпорот што карпестиот материјал го дава на надворешните влијанија и иститот е изведен од едноаксијалната притисна цврстина.

$$f = \frac{\sigma_c}{10} \quad (1)$$

каде се:

f – коефициент на цврстина;

σ_c – едноаксијална притисна цврстина [МПа].

Во наредната табела е дадена класификацијата на карпестиот материјал според Протоѓаконов.

Табела 2.1. Класификација на карпест материјал според Протоѓаконов

Категорија на материјал		Вид на карпа или руда	Коефициент на цврстина f	Привиден агол на внатрешно триење [φ]
I	Многу цврст	Најцврсти крупни и жилави кварцити и базалти. Останати многу цврсти материјали.	20	87°08'
II	Многу цврст	Многу цврсти зрнести карпи, кварц порфирит, многу цврст гранит, шкрилест кварцит, помалку цврсти кварцити, најцврсти песочници и варовници.	15	86°11'
III	Цврст	Гранит (ситнозрнест) и други еруптивни зрнести карпи. Многу цврсти варовници и песочници. Кварцни рудни жили. Цврст кварцит. Цврсти руди на железо.	10	84°18'
III – a	Цврст	Варовници (цврсти). Цврсти песочници. Цврст доломит. Пирит.	8	82°50'
IV	Умерено цврст	Испукан кварцит. Обичен песочник. Руди на железо (средна цврстина).	6	80°32'
IV - a	Умерено цврст	Песковити глинени шкрилци. Шкрилести песочници	5	78°41'
V	Умерено цврст	Цврст глинен шкрилец. Слаб песочник и варовник, мек конгломерат.	4	75°85'
V – a	Умерено цврст	Различни шкрилци – послаби. Крупен лапорец (испукан кварцит), послаби руди на железо.	3	71°34'
VI	Мек	Мек шкрилец, многу мек варовник, креда, камена сол, гипс. Смрзната земја. Антрацит. Лапорец. Распукан песочник, слепен чакал, каменита земја.	2,2	63°26'
VI – a	Мек	Песковита земја. Распаднат шкрилец, слегнат чакал и дробина, цврст камен јаглен, отврдната глина, влажна мека руда на железо.	1,5	56°19'
VII	Многу мек	Глина (збиена), камен јаглен со средна цврстина, цврст нанос, глинена земја.	1	45°00'
VII – a	Многу мек	Лесна песковита глина, лес, мек јаглен.	0,8	38°40'
VIII	Земјест	Обработлива земја, тресет, лес, глиновит песок, нечист песок.	0,6	35°00'
IX	Растресит	Песок, ситен чалкал, насипна земја, ископан јаглен.	0,5	30°58'
X	Течен	Мокар песок, каливо земјиште, раскиснат лес.	0,3	16°42'

Поради фактот што оваа поделба користи само еден параметар за опишување на состојбата на карпестиот материјал, истата во последно време се користи се поретко.

2.2. Класификација по Deer

Оваа класификација се базира на испуканоста на карпестиот материјал, која е оценета врз основа на изделеноста на јадрото добиено со истражното дупчење.

Како показател за испуканоста на карпестата маса се користи RQD (Rock Quality Designation) и се пресметува со помош на следнава формула:

$$RQD (\%) = \frac{L_p}{L_t} \cdot 100 \quad (2)$$

каде се:

RQD – параметар на испуканоста, показател на квалитетот на карпестиот материјал;

L_p – вкупна должина на парчињата од јадро подолги од 10 cm;

L_t – должина на интервалот на дупчење.

RQD е само линеарен параметар на целовитоста на карпестиот материјал и истиот зависи од правецот на дупчење. Овој параметар не е доволен за опис на карпестиот материјал, бидејќи не ги зема предвид: ориентацијата на пукнатините, ширината и материјалот што ги исполнува, рапавоста на сидовите на пукнатините, напонската состојба и состојбата со подземната вода [4].

Методата на испитување на вредноста на RQD на откриени карпести маси, се состои во броење на пукнатини застапени на m³ карпеста маса или броење на пукнатини по должина на линија.

$$RQD (\%) = 115 - 3,3J_v$$

(3)

каде е:

J_v – вкупен број на пукнатини на 1 m³ карпестиот материјал (во случај кога *J_v* < 4,5, степенот на испуканост RQD = 100 %).

Бројот на пукнатини на 1 m³ карпест материјал може да се одреди како збир на пукнатини по метар должен за секоја фамилија на пукнатини. На пример:

фамилија 1,	6 пукнатини на 20 m
фамилија 2,	2 пукнатини на 10 m
фамилија 3,	20 пукнатини на 10 m
фамилија 4,	20 пукнатини на 5 m

$$J_v = 6/20 + 2/10 + 20/10 + 20/5 = 0,3 + 0,2 + 2 + 4 = 6,5 \text{ пук/м}^3$$

RQD може да се одреди и врз основа на мерењето на средното растојание помеѓу пукнатините и со помош на равенката:

$$RQD (\%) = 100 \cdot e^{-0,1\lambda}(0,1 \cdot \lambda + 1) \quad (4)$$

каде се: λ - просечен број на пукнатини на 1 m'

$$\lambda \cong 1/X$$

X – средна вредност на растојанието помеѓу пукнатините

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (5)$$

2.3. Класификација на Норвешкиот геотехнички институт

Класификација на Норвешкиот геотехнички институт многу често се користи заради нејзината сеопфатност, како и заради комплексниот опис на карпестата маса. Оваа класификација е разработена и предложена од Barton, Lien и Lunde (1974) [1].

Оценката на карпите според оваа класификација е изведена врз основа на шест параметри, поврзани во следнава равенка:

$$Q = \left(\frac{RQD}{J_n} \right) \cdot \left(\frac{J_r}{J_a} \right) \cdot \left(\frac{J_w}{SRF} \right) \quad (6)$$

каде се:

Q - оценка на карпестиот масив,

RQD - индекс на квалитет по Deer (кога е помал од 10 се усвојува 10),

J_n - влијание на пукнатините,

J_r - влијание на рапавоста на сидовите на пукнатините,

J_a - влијание на промената на сидот на пукнатината и исполната,

J_w - влијание на водата во пукнатината,

SRF - влијание на напонската состојба.

Во зависност од вредноста на оценката Q карпестата маса се класифицира како:

многу добра	$Q > 100$
добра	$10 < Q < 100$
задоволувачка	$1 < Q < 10$
слаба	$0,1 < Q < 1$
многу слаба	$Q < 0,1$

2.4. Геомеханичка класификација на испукан карпест материјал (Bieniawski, 1973 - 1989)

Геомеханичката класификација на испукан карпест материјал или RMR (Rock Mass Rating) системот го развил Bieniawski, 1973 година. Класификацијата содржи шест влезни параметри кои можат да се добијат и од истражни дупчотини [2]:

- еднооксијална притисна цврстина на монолитот;
- квалитет на карпест материјал RQD;
- средно растојание помеѓу пукнатините;
- состојба на пукнатините;
- состојба на подземните води;
- ориентација на дисконтинуитетите.

Карпестиот материјал се класифицира по издвоените квазихомогени зони, во кои помалку или повеќе има воедначени обележја кај истиот. Претходно наведените параметри се одредуваат за секоја зона.

Табела 2.2. Класификација според Bieniawski

А. Класификациони параметри и поени									
Параметар			Вредност						
1	Цврстина на монолит	Индексна I_s (MPa)	>10	4 - 10	2 - 4	1 - 2	За толку ниски вредности само σ_c		
		Еднооксијална σ_c (MPa)	>250	100-250	50-100	25-50	5 - 25	1 - 5	<1
	Број на поени		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD (%)		90-100	75-90	50-75	25-50	<25		
	Број на поени		20	17	13	8	3		
3	Раст. меѓу пукнатини (m)		>2	0,6-2	0,2-0,6	0,06-0,2	<0,06		
	Број на поени		20	15	10	8	5		
4	Состојба на пукнатините (види Д)		Мн. рапави површ. неkontинуирани без зјај нераспадната карпа	Благо рапави површ. зјај<1mm благо распадната карпа	Благо рапави површ. зјај<1mm високо распадната карпа	Лизгави површ.или исполна < 5mm зјај 1-5mm континуирани	Мека исполна подебела од 5 mm или зјај поголем од 5 mm континуирани		
	Број на поени		30	25	20	10	0		
5	Подземна вода	Прилив l/m на 10m просторија	Никаков	<10	10 - 25	25 - 125	>124		
		Притисок на вода во пукнатина/ σ_1	0	< 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5		
		Општа состојба	Суво	Влажно	Мокро	Капе	Тече		
	Број на поени		15	10	7	4	0		
Б. Корекциони поени за ориентацијата на пукнатините (види Е)									
Протегање и пад			Многу поволен	Поволен	Среден	Неповолен	Многу неповолен		
Број на поени	Ходници		0	-2	-5	-10	-12		
	Темели		0	-2	-7	-15	-25		
	Косини		0	-5	-25	-50	-60		
В. Класа на карпест материјал									
Број на поени			100←81	80←61	60←41	40←21	<21		
Класа			I	II	III	IV	V		
Опис на карпа			Мн. добра	Добра	Средна	Лоша	Многу лоша		
Г. Толкување на класата на карпестиот масив									
Класа			I	II	III	IV	V		
Просечно време на држење на неподградено растојание			20 год. за 15 m	1 год. за 10 m	1 недела за 5 m	10 h за 2,5 m	30 min за 1 m		
Кохезија на масивот (kPa)			> 400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	< 100		
Агол на внатрешно триење (°)			>45	35 - 45	25 - 35	15 - 25	< 15		
Д. Насоки за класификација на дисконтинуитети									
Должина на пукнатини			< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m		
Број на поени			6	4	2	1	0		
Зјај			Без зјај	< 0,1 mm	0,1 - 1 mm	1 - 5 mm	>5 mm		
Број на поени			6	5	4	1	0		
Рапавост			Многу рапаво	Рапаво	Благо рапаво	Мазно	Лизгаво		
Број на поени			6	5	3	1	0		
Исполна			Без исполна	Тврда < 5 mm	Тврда > 5 mm	Мека < 5 mm	Мека > 5 mm		
Број на поени			6	4	2	2	0		
Распаднатост			Нераспадната	Благо распад.	Умерено распад.	Многу распадната	Потполно распадната		
Број на поени			6	5	3	1	0		
Е. Влијание на положбата на пукнатината на ходникот									
Протегање нормално на оската на ходникот					Протегање паралелно со оската на ходникот				
Напредување во правец на падот. Пад 45-90°			Напредување во правец на падот. Пад 20-45°			Пад 45-90°		Пад 20-45°	
Многу повољно			Повољно			Многу повољно		Средно	
Напредување спротивно на падот. Пад 45-90°			Напредување спротивно на падот. Пад 20-45°			Пад 20-45°, без оглед на протегањето			
Средно			Неповољно			Средно			

3. Примена на класификацијата на Bienawski во рударството

Во табела 3.1 се дадени физичко - механичките карактеристики на карпестите материјали гнајс и шкрилец, од рудното поле Саса – ревер Свиња Река, добиени со лабораториски испитувања и тоа: волуменска тежина γ [MN/m³], едноаксијална притисна цврстина σ_c [MPa], цврстина на затегнување σ_t [MPa], кохезија C [MPa], агол на внатрешно триење ϕ [°], Поасонов коефициент ν и модул на еластичност E [MPa].

Табела 3.1. Физичко-механички карактеристики на усвоените работни средини

ОПИС	γ [MN/m ³]	σ_c [MPa]	σ_t [MPa]	C [MPa]	ϕ [°]	ν	E [MPa]
гнајс	0,0275	127	14,50	20,5	37,5	0,170	42000
шкрилец	0,0270	98	6,10	14,00	32,0	0,120	32000

На основа податоците од лабораториските испитувања и спроведените дополнителни истражувања на лице место, како истражно дупчење, прилив на подземна вода, растојание меѓу пукнатини и др., извршена е класификација на овие карпести материјали по класификацијата на Bienawski (табела 3.2 и 3.3).

Табела 3.2. Податоци за гнајс

Според табела	Параметар	Вредност (состојба)	Број на поени
5.2: A.1	Едноак. прит. цврстина - σ_c	127MPa	12
5.2: A.2	RQD	60%	13
5.2: A.3	Растојание меѓу пукнатините	450 mm	10
5.2: A.4 (Д)	Состојба на пукнатините	Благо рапави површини зјаж<1mm благорасп. карпа	25
5.2: A.5	Подземна вода	Влажно, прилив <10l/min	10
5.2: Б	Протегање на пукнатините	Средно повољно	-5
Вкупно			65

Според класификацијата на Bienawski (1989), карпестиот материјал гнајс од рудното поле Саса го класифицираме во класа II и е опишан како добра работна средина, со кохезија C = 300 – 400 kPa и агол на внатрешно триење $\rho = 35 - 45^\circ$ [3].

Табела 3.3. Податоци за шкрилец

Според табела	Параметар	Вредност (состојба)	Број на поени
5.2: A.1	Едноак. прит. цврстина - σ_c	98MPa	7
5.2: A.2	RQD	30%	8
5.2: A.3	Растојание меѓу пукнатините	400mm	10
5.2: A.4 (Д)	Состојба на пукнатините	Лизгави површини или исполна < 5mm зјај 1-5mm; континуирани	10
5.2: A.5	Подземна вода	Капе, прилив 25-125l/min	4
5.2: Б	Протегање на пукнатините	Средно поволно	-5
Вкупно			34

Според класификацијата на Bieniawski (1989), карпестиот материјал шкрилец од рудното поле Саса го класифицираме во класа IV и истиот може да се опише како лоша работна средина, со кохезија $C = 100 - 200 \text{ kPa}$ и агол на внатрешно триење $\rho = 15 - 25^\circ$ [3].

4. Заклучок

Пред започнување на каква било рударска активност неопходно е да се извршат истражни работи со кои ќе се утврди квалитетот на минералната суровина, но и квалитетот на придружните карпи. Ваквите податоци се неопходни при избор на соодветни техники и технологии при отворање на рудник и експлоатација на минерални суровини.

5. Литература

1. Barton, N., Løset, F., Lien, R. and Lunde, J. (1980). Application of the Q-system in design decisions. *In Subsurface space*, (ed. M. Bergman) **2**, 553-561. New York:
2. Bieniawski, Z.T. (1989). *Engineering rock mass classifications*. New York: Wiley.
3. Донева, Н. (2011). *Методологија за утврдување на функционалната зависност на трошоците од видот на работната средина и големината на профилот при изработка на хоризонтална рударска просторија*. Докторска дисертација. Универзитет „Гоце Делчев“ Штип.
4. Милановић, П., Торбица, С. (1997). *Класификације стенског масива и његова примена*. Рударско-геолошки факултет. Универзитет у Београду: монографија.